

T2

Meetapparatuur

Wat ga je doen?

Je gaat dieper in op de principes van meetinstrumenten. Ook ga je zien hoe je meetbereiken van meetinstrumenten kunt veranderen.

Waar kom je dit tegen in de beroepspraktijk?

Direct zichtbaar kom je dit onderwerp nergens tegen. Elk elektrisch meetinstrument heeft schakelingen voor het meten van een of meer elektrische grootheden zoals spanningen of stromen. Hierdoor maak je er altijd gebruik van zonder dat je dat merkt.

Aan het einde van deze les kun je:

- het principe van diverse analoge instrumenten beschrijven of noemen;
- het principe van een digitaal instrument beschrijven of noemen;
- aangeven wat een display en een digit is;
- omschrijven wat je met parallax bedoelt;
- het principe van een kWh-meter beschrijven of noemen;
- aangeven hoe het meetbereik van een voltmeter of ampèremeter kan worden verhoogd;
- aangeven dat een ampèremeter een lage weerstand heeft;
- aangeven dat een voltmeter een hoge weerstand heeft.



1

Analoog meetinstrumenten

Naslagwerk

- **analoog meet-instrument**

Een **analoog meetinstrument** werkt op het principe van *magnetische krachten*. Elektrische stroom in een draad zorgt voor een magnetisch veld rondom die draad. Zo krijg je in een stroomvoerende spoel een magnetisch veld met dezelfde eigenschappen als het magnetisch veld van een permanente magneet. De sterkte van dat veld hangt dan af van de grootte van de stroom.

In figuur 1 zie je het principe van een *weekijzermeter*. Afhankelijk van de grootte van de stroom door de spoel wordt het weekijzeren plaatje meer of minder de spoel ingetrokken. Weekijzer wil zeggen *niet-blijvend magnetisch ijzer*. Zo'n meter is niet gevoelig voor kleine stromen, zodat het begin van de schaal niet nauwkeurig is.

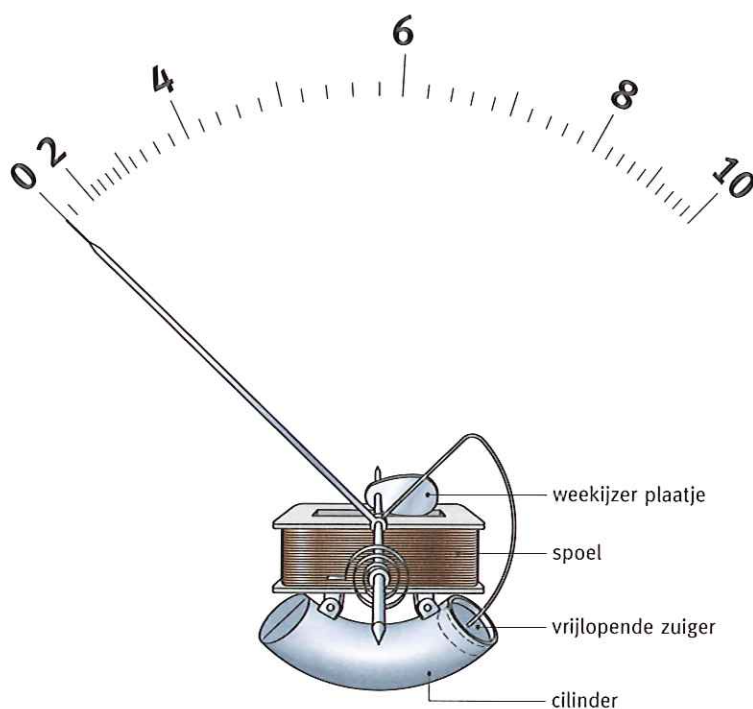


Fig.1 Principe weekijzermeter

In figuur 2 zie je een tweede principe van een weekijzermeter. In de spoel zitten twee weekijzeren plaatjes tegenover elkaar. Bij een stroom door de spoel worden beide hetzelfde magnetisch.

Gelijke polen komen tegenover elkaar te liggen en de plaatjes duwen elkaar weg. Ook deze meter is niet gevoelig voor kleine stromen en heeft aan het begin van de schaal geen duidelijke aflezing.

Beide principes kun je gebruiken voor:

- wisselspanning;
- gelijkspanning;
- wisselstroom;
- gelijkstroom.

In beide meters zie je nog een zuiger met een cilinder en een waaier in een doos zitten. Deze moeten de wijzer afremmen en niet laten slingeren (beweging dempen).

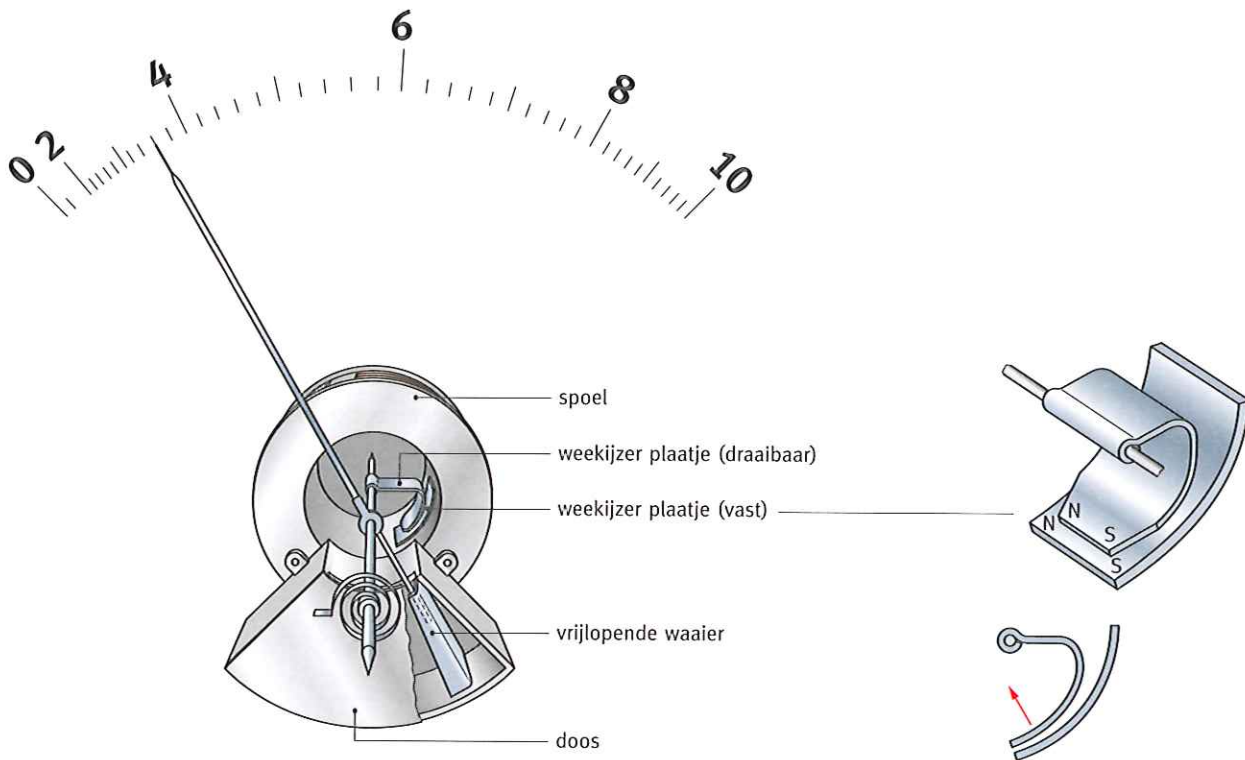


Fig.2 Twee weekijzeren plaatjes in de weekijzermeter

In figuur 3 zie je het principe van een *draaispoelmeter*. Het vrijdraaiend spoeltje wordt magnetisch, zodra er een stroom doorheen gaat. Door de permanente magneet gaat de spoel dan linksomdraaien of rechtsomdraaien. Dat is afhankelijk van de stroomrichting. Dit instrument is dus *poolgevoelig*. Ofwel de + en – moet je op de juiste manier aansluiten. Dit instrument is dus alleen geschikt voor gelijkstroom en/of gelijkspanning.

Dit instrument reageert ook op kleine stromen en is niet geschikt voor wisselspanning en wisselstroom. In plaats van een permanente magneet buiten de spoel kan de permanente magneet ook op de plaats van de vaste zachtstalen kern zijn aangebracht.

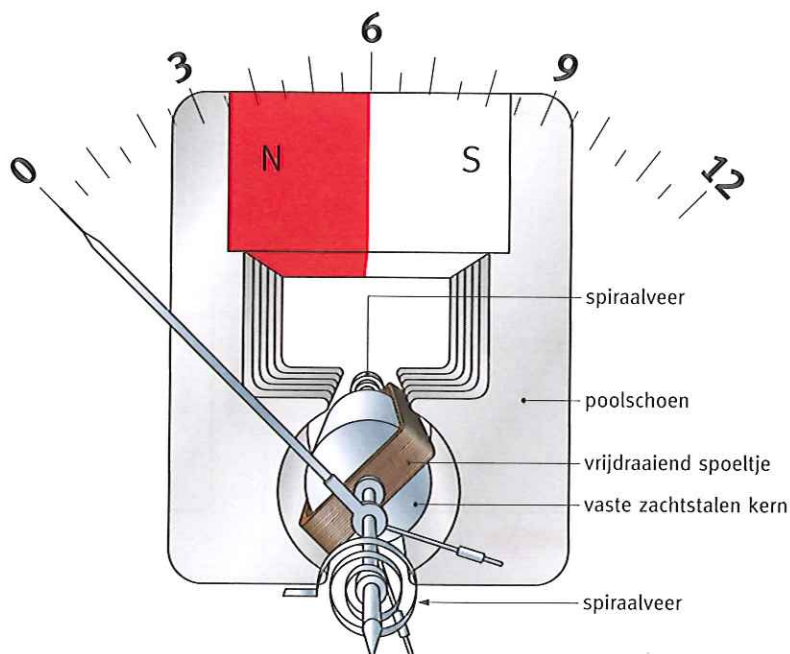


Fig.3 Principe draaispoelmeter

2

Digitale meetinstrumenten

Naslagwerk

- digitaal meet-instrument



Fig.4 Een digitale meter

In figuur 4 zie je een **digitaal meetinstrument**. Bij een digitale meter wordt het meetsignaal via elektronische schakelingen verwerkt. Hierdoor krijg je een signaal (spanning) die een *display* kan aansturen.

Zo'n display bestaat uit *digits*. Zo zijn er hele digits die alle cijfers van 0 tot en met 9 kunnen aangeven.

Je hebt ook halve digits die alleen 0 of 1 kunnen aangeven. Bij zo'n display worden de cijfers 2 tot en met 9 niet gebruikt.

Een instrument met $3\frac{1}{2}$ -digit kan dan getallen van 0000 tot en met 1999 aangeven. Je ziet de $\frac{1}{2}$ -digit dan het meest links. Zie figuur 5.



0000 t/m 1999

Fig.5 De $\frac{1}{2}$ -digit staat het meest links

3

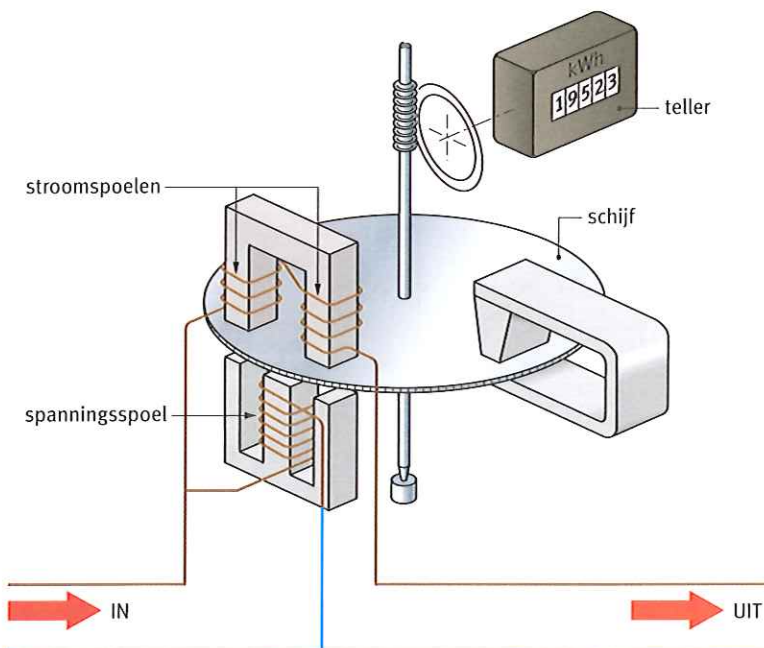
Kilowattuurmeter

Niet alle meters zijn digitaal als je ze met cijfers kunt aflezen. In figuur 6 zie je het principe van een *kilowattuurmeter (kWh-meter)*. Ook deze meter werkt volgens magnetische principes.



a Uitvoering

Fig.6 kWh-meter



b Principe

Afhankelijk van de grootte van de spanning brengt de spanningsspoel de schijf in beweging. Deze spanning is voor ons meestal 230 V. Als er wel spanning is maar geen stroom door de stroomspoelen, gaat de schijf niet draaien.

Afhankelijk van de grootte van de stroom drijven de stroomspoelen de draaiende schijf aan:

- een grote stroom betekent een sneller draaiende schijf;
- een kleine stroom betekent een langzamer draaiende schijf.



Fig.7 Elektronische kWh-meter

Deze schijf brengt de teller in beweging. Deze teller zorgt ervoor dat het elektriciteitsbedrijf weet wat je aan elektriciteit gebruikt.

Sommige kWh-meters hebben een dubbel telwerk. Een telwerk voor overdag en een telwerk voor 's nachts. 's Nachts is de elektriciteit goedkoper. Als je 's nachts dus veel elektriciteit gebruikt, is zo'n meter de moeite waard.

Gezinnen met een heetwatertoestel (boiler) hebben zo'n meter. Het energiebedrijf zorgt dan ervoor dat de meter op tijd omschakelt van het ene tarief naar het andere tarief.

In figuur 7 zie je een afbeelding van een digitale kWh-meter. Zo'n meter werkt niet met een mechanisch telwerk maar met elektronische schakelingen. Hierdoor kun je de meterstand via het leidingnet sturen naar het energiebedrijf. Op deze manier hoeft het energiebedrijf niet meer één keer per jaar de meter op te nemen. Ook sabotage wordt sneller ontdekt.

Dus een kWh-meter meet: $W = U \times I \times t = P \times t$.

4

Aflezen van analoge instrumenten

Het aflezen van analoge instrumenten heb je al eerder gedaan. Hier krijg je te maken met een fout die je niet mag maken, namelijk *parallax*.

In figuur 8 zie je een wijzer zweven boven een schaalverdeling. Verder zie je twee ogen die de wijzer willen aflezen:

- Oog A doet dat niet goed. Dat oog leest scheef af. Je noemt dit scheef aflezen *parallax*.
- Oog B kijkt loodrecht op de wijzer en leest goed af.

Om je te helpen met goed aflezen, hebben veel meters een spiegeltje achter de wijzer zitten. Bij het aflezen moet het spiegelbeeld van de wijzer precies onder de wijzer vallen. Dan lees je precies goed af.

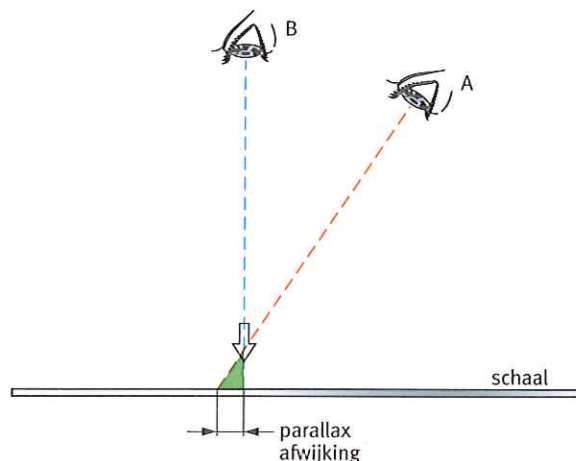


Fig.8 Aflezen

Verhogen van het meetbereik

Zoals je weet kun je bij universeelmeters kiezen uit verscheidene* meetbereiken. Een draaispoelmeetinstrument kun je met weerstanden geschikt maken voor hogere meetbereiken.

Voltmeter

Een **voltmeter** gebruikt spanningsdeling over een serieschakeling van een weerstand en het instrument.

In **figuur 9** zie je het schema van de schakeling. R_v is de voorschakelweerstand die het teveel aan spanning op neemt.

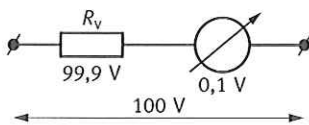


Fig.9 Principe voltmeter

Voorbeeld

Het instrument kan 0,1 V hebben bij een stroom van 1 mA (milli-ampère).

1 mA is gelijk aan 0,001 A. Je wilt met dit instrument een spanning kunnen meten van 100 V. Je hebt dus $100\text{ V} - 0,1\text{ V} = 99,9\text{ V}$ teveel aan spanning. Deze spanning moet door R_v worden opgenomen. De spanning over R_v wordt dus 99,9 V. Het wordt een serieschakeling dus de stroom door de meter (maximaal 0,001 A) is dezelfde als de stroom door R_v . Met de wet van Ohm kun je de waarde van R_v berekenen:

$$\begin{aligned} R_v &= U_{R_v} : I_{R_v} \Rightarrow \\ R_v &= 99,9\text{ V} : 0,001\text{ A} \Rightarrow \\ R_v &= 99\,900\ \Omega \end{aligned}$$

Je ziet dat de weerstand erg hoog wordt. Om zo weinig mogelijk invloed op de schakeling te hebben, moet bij een voltmeter de weerstand zo hoog mogelijk zijn. Als een voltmeter een lage weerstand heeft, gebruikt hij zelf een vrij grote stroom. De stroom door de meter moet zo klein mogelijk zijn.

Als je deze schakeling nu aansluit op 100 V, geeft de meter 0,1 V aan terwijl de totaalspanning 100 V is. Op de schaal zet je dan geen 0,1 V maar gewoon 100 V. Het leuke is nu dat als je op de hele schakeling 50 V aansluit, de meter 0,05 V krijgt en dan dus ook 50 V aanwijst.

Kortom, aan de buitenkant van de meter merk je niet dat de spanning op het instrument heel anders is dan de meter aangeeft.

5

Ampèremeter

Naslagwerk

Bij de **ampèremeter** gebruik je de eigenschappen van parallelschakelen. In **figuur 10** zie je het schema.

Stel dat:

- het instrument maximaal 1 mA (ofwel 0,001 A) mag hebben bij maximaal 0,1 V;
- je wilt 5 A meten.

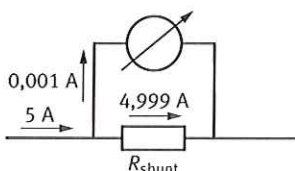


Fig.10 Schema ampèremeter

Je hebt dan $5 \text{ A} - 0,001 \text{ A} = 4,999 \text{ A}$ teveel.

Deze stroom moet dus door de parallelweerstand heen. Deze parallelweerstand noem je *shuntweerstand*.

Ook nu kun je de weerstand weer berekenen. De spanning is bij parallelschakelen namelijk overal gelijk.

$$\begin{aligned} R_{\text{shuntweerstand}} &= U_{\text{weerstand}} : I_{\text{weerstand}} \Rightarrow \\ R_{\text{shuntweerstand}} &= 0,1 \text{ V} : 4,999 \text{ A} \Rightarrow \\ R_{\text{shuntweerstand}} &= 0,020004 \Omega \end{aligned}$$

Je ziet dat deze weerstand erg klein wordt. Bij een ampèremeter moet de weerstand altijd zo klein mogelijk zijn om spanningsverlies te voorkomen. Bedenk daarbij dat de ampèremeter altijd in serie moet staan.

Werkboek

Maak nu in je werkboek **hoofdstuk T2 Meetapparatuur**.

Samenvatting T2

Je moet nu weten dat:

- er analoge en digitale meetinstrumenten zijn. Analoge instrumenten herken je aan een wijzer. Digitale herken je aan een display met cijfers;
- analoge meters er onder andere als draaispoelmeter en weekijzermeter zijn;
- de draaispoelmeter:
 - poolgevoelig is;
 - kwetsbaar is;
 - een gelijkmatige schaalverdeling heeft;
 - gevoelig voor overbelasting is.
- de weekijzermeter:
 - niet poolgevoelig is;
 - vrij sterk van constructie is;
 - minder gelijkmatige schaalverdeling heeft;
 - minder gevoelig voor overbelasting is.
- je een analoge meter loodrecht boven de wijzer moet aflezen. Parallax is de meetfout die je maakt als je een wijzerinstrument schuin afleest;
- de display van een digitale meter cijfers (digits) bevat. Een $\frac{1}{2}$ digit wil zeggen uitlezing van 0 of 1. Een hele digit wil zeggen een uitlezing van 0 tot en met 9;
- $2\frac{1}{2}$ digit wil zeggen een uitlezing van 000 tot en met 199;
- A-meters een lage weerstand hebben en in serie met een verbruikstoestel worden geschakeld;
- V-meters een hoge weerstand hebben en parallel worden geschakeld;
- kWh-meters meters met een telwerk zijn. Een kWh-meter geeft de spanning, stroom en de tijd aan door middel van een telwerk. Hierdoor wordt de gebruikte energie gemeten.

T 3

Wisselspanningsbron en leidingnet

Wat ga je doen?

Je gaat dieper in op het begrip wisselspanning. Je gaat vooral de sinusvormige wisselspanning bekijken. Ook ga je andere spanningsvormen leren.

Waar kom je dit tegen in de beroepspraktijk?

Thuis en in elk ander gebouw werken installaties op wisselspanning. Ook straatverlichting en de verlichting op je (brom)fiets werkt op dit soort spanning.

Aan het einde van deze les kun je:

- enkele spanningssoorten aangeven en benoemen*;
- aangeven wat frequentie is;
- de symbolen en eenheden bij wisselspanning noemen;
- de periodetijd en frequentie berekenen;
- een sinusvormige wisselspanning tekenen.

